

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC971 U.S. PTO  
09/880604  
06/13/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月30日

A3

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-098155

出 願 人

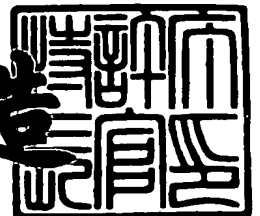
Applicant(s):

エクテイー株式会社  
福田金属箔粉工業株式会社

2001年 5月11日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3039707

【書類名】 特許願

【整理番号】 PJ21939

【提出日】 平成13年 3月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C09K 5/00

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県鎌倉市山ノ内 2 5 3 番地

    【氏名】 石崎 嘉宏

【特許出願人】

    【識別番号】 000102418

    【氏名又は名称】 エクティール株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000239426

    【氏名又は名称】 福田金属箔粉工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100061273

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐々木 宗治

    【電話番号】 03(3580)1936

【選任した代理人】

    【識別番号】 100085198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小林 久夫

【選任した代理人】

    【識別番号】 100060737

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 木村 三朗

【選任した代理人】

    【識別番号】 100070563

【弁理士】

【氏名又は名称】 大村 昇

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008626

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シート型蓄冷材およびその製造方法、並びにそれを使用した蓄冷器および冷凍機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 接着剤が片面または両面に塗布された、薄くて、長尺のシート状担持体の 1 面または両面の所定の幅範囲内の長手方向に対して、粒度が比較的均一な単一または複数の材質からなる、多数の小球体、粉砕片または微粉体状の蓄冷材を連続的に、少なくとも 1 層を接着形成したことを特徴とするシート型蓄冷材。

【請求項 2】 単一、または複数の蓄冷材よりなる、粒体直径や大きさが比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板に、それぞれ単一の小球体、粉砕片または微粉体として嵌挿し、該小球体、粉砕片または微粉体を、接着剤が片面または両面に塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体の 1 面または両面の所定の幅範囲内の長手方向に接着して作成することを特徴とするシート型蓄冷材。

【請求項 3】 単一、または複数の蓄冷材よりなる、粒体直径や大きさが比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板に、それぞれ単一の小球体、粉砕片または微粉体として嵌挿し、その後、該小球体、粉砕片または微粉体を、接着剤が片面または両面に塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体の 1 面または両面の所定の幅範囲内の長手方向に接着する工程において、前記接着される担持体の、整理基板の相隣る小穴と小穴のほぼ中間の位置に、レーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により、小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの半分以下の小孔を多数にあけながら接着して形成することを特徴としたシート型蓄冷材。

【請求項 4】 前記粒体が、Cu 合金、ステンレススチール、FeNi 合金、PbZn 合金、またはこれら材料を心材として Pb または Pb 合金をメッキした材料の単一または複数の材質から構成されており、且つ、その粒度が 40～800  $\mu$ m であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のシート型蓄冷材。

【請求項5】 前記粒体が、ネオジウム、 $\text{DyNi}_2$ 、 $\text{Er}_3\text{Ni}$ 、 $\text{Er}_6\text{Ni}_2\text{Sn}$ 、 $\text{ErNi}_{0.9}\text{Co}_{0.1}$ 、 $\text{Gd}_5\text{Al}_2$ 、 $\text{HoCu}_2$ 、 $\text{GdAlO}_3$ 、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{17}\text{Al}$ 等の低温度で比熱の大きな合金、酸化物磁性体、磁性体の単一、または複数の材質から構成されており、且つ、その粒度が $40\sim 800\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材。

【請求項6】 前記担持体は、パラ系アラミド繊維、高強力ポリアリレート繊維、PBO繊維、ポリエチレン繊維、テフロン繊維、ポリエステル繊維、ケブラー繊維、天然繊維またはガラス繊維より選ばれた繊維により織られた布であり、且つ、その厚さが $10\sim 100\mu\text{m}$ であり、またその織目の繊維間スキマが前記粒体が貫通不能な大きさであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材。

【請求項7】 前記状担持体が、ポリプロピレン、ポリイミド、キャプトン、またはそれらと類似するフィルムよりなり、且つ、その厚さが $10\sim 100\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材。

【請求項8】 前記状担持体が、人造繊維または天然原料を基底材料とした、厚さが $10\sim 100\mu\text{m}$ である紙材または不織布であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材。

【請求項9】 前記多数の小穴のあいた整列基板の小穴直径が、前記小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの80%以下の大きさであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材。

【請求項10】 請求項1乃至9のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材を、膨張係数と熱伝導率が極めて小さい材料で構成された単一、または複数に分割された円柱状体または他の形状体を芯材として、これに層状に巻き付けて形成された蓄冷器。

【請求項11】 前記円柱状体または他の形状体が、パルス管冷凍機用パルス管であることを特徴とする請求項10に記載の蓄冷器。

【請求項12】 使用温度領域における単位容積当たりの比熱が大きい材質で構成され、その粒度が比較的均一である多数の小球体、粉砕片または微粉体よ

りなる粒体を、高精度の平面度を有する平板上の枠内に少なくとも1層をランダムに並べる第1ステップと、その上に接着剤を塗布したシート状担持体を乗せる第2ステップと、更に、該シート状担持体の上からローラーを付勢移動することにより、前記粒体の少なくとも1層を、該シート状担持体に該粒体の高さの30%以下の厚さで接着する第3ステップとを含むことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材の製造方法。

【請求項13】 単一、または複数の蓄冷材となる粒体直径や大きさが比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板の各小穴に整列配列する第1ステップと、その上に接着剤を塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体を載せる第2ステップと、更に、該シート状担持体の上からローラーを付勢移動することにより、前記粒体を、該シート状担持体に該粒体の高さの30%以下の厚さで接着する第3ステップを含むことを特徴とする請求項1、2、または4乃至8のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材の製造方法。

【請求項14】 単一、または複数の蓄冷材となる粒体直径や大きさが比較的均一な無数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板の各小穴に整列配列する第1ステップと、その上に接着剤を塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体を載せる第2ステップと、更に、該シート状担持体の上からローラーを付勢移動することにより、前記粒体を、該シート状担持体に該粒体の高さの30%以下の厚さで接着する第3ステップと、前記接着される担持体の、整理基板の相隣る小穴と小穴とのほぼ中間の位置に、レーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの半分以下の小孔を多数にあける第4ステップとを含むことを特徴とする請求項3乃至9のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材の製造方法。

【請求項15】 請求項1乃至9のいずれか1項に記載のシート型蓄冷材を蓄冷器として使用することを特徴とする冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、主として極低温用冷凍機等に使用する蓄冷材およびその製造方法、並びにそれを使用した蓄冷器および冷凍機に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、主として極低温用冷凍機等に使用される蓄冷材としては、使用温度領域内において容積比熱の大きな材料を金網、碎片、微粉体、球状等にして用いている。300 Kから20 K領域までは、通常、ブロンズ、ステンレス・スチール、鉛アンチモン等の材質による数十メッシュから数百メッシュの金網や、 $50\ \mu\text{m}$   $\phi$  ~  $800\ \mu\text{m}$   $\phi$  の球体にして使用し、また、冷凍温度が約20 Kからヘリウムの超流動領域では、Pb、PbSb、ネオジウム、 $\text{Er}_3\text{Ni}$ 、 $\text{HoCu}_2$ 、 $\text{GdAlO}_3$  (GAP) 等を球体、碎片、微粉体にして蓄冷材として、数十グラムから数百グラムを円筒に高密度に詰めたものを、小型冷凍機用の蓄冷器としても使用している。この場合の温度効率は98.5%以上と高い。しかしながら、これら金網、碎片、粉体、球状体などの粒体（以下、粒体という）を蓄冷材として多量に高密度で使用する場合には、いろいろな問題点が存在する。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

通常、10 K領域を生成する冷凍機には、常温近くから50 K領域までは、ブロンズ、ステンレス材料であり、それ以下の温度では、鉛合金、 $\text{Er}_3\text{Ni}$ 等の球体や粉砕片等のそれらが混合しないようフィルターを介して段階的に蓄冷器内に詰められている。しかしながら作動流体例えば、Heガス（以下、流体という）は、蓄冷器内を0速度から高速で往復動している。例えば、運転周波数は60 Hzであり、毎秒0メートルから十数メートルの速度で往復動をしている。このため鉛合金、 $\text{Er}_3\text{Ni}$ 等の球体や粉砕片の使用する場合には、少なく3個のフィルターを使用しなければならず、このフィルターによる圧力損失は極めて大きい。数Hzでは5-7%、60 Hzでは蓄冷器設計を最適化しても10%以上の入力（動力）が損失する。

## 【0004】

また、蓄冷器内で毎秒 0 速度から十数メートルで往復動する流体は、無数の蓄冷材の球体や粉砕片に衝突してそれらを動かし、球体や粉砕片同士が摩擦して摩耗粉（微粉体）を発生させる。そのため微細化した摩耗粉が球体や粉砕片内の流体通路に詰まったり、フィルターを通過して冷凍機内を汚す。このため蓄冷器単体の性能劣化とともに、他の冷凍機の熱伝達に関与する例えば、コールドヘッドを汚して冷凍出力の低下を招く。

また従来の蓄冷器では、鉛合金、 $\text{Er}_3\text{Ni}$  等の球体や粉砕片を定量詰め、且つ、それらが混合しないようにするフィルターを詰めたりするため、その製造コストは高く、性能にも個体差が出やすい。

#### 【0005】

即ち、上述のごとくフィルターにより見かけ上、押しつけられ固定されている粒体は、蓄冷器内のガス速度が 1 周期あたりゼロから最大速度を 2 回繰り返すため、長期間使用すると、機械的に振動したり、動いたりして、粒体同士が摩擦損傷して微粉体を出し、それが粒体間に詰まったり、配管流路を閉塞させたりして圧力損失を増加させる。さらにコールドヘッドの内壁にも付着して熱伝達効果を劣化させ、冷凍性能を低下させる。

#### 【0006】

更に、従来蓄冷器に挿入された粒体は、平均粒度  $40 \sim 800 \mu\text{m}$  程度（ガスの分子量が小さい  $\text{H}_2$ 、 $\text{He}$  などを使用するものでは  $100 \sim 300 \mu\text{m}$  程度、また大型の冷凍・液化機用や、ガスが炭化水素、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Air}$ 、 $\text{Ar}$ 、混合気体などを使用するものでは、 $300 \sim 800 \mu\text{m}$  程度）である。

また、蓄冷材である粒体の蓄冷器への均一な詰め込み方は、フィルターを含めて難しく、量産時には蓄冷器の性能値に個体差が出やすい。また前記のごとく、使用中には、ガス速度が間欠的に急変しながら往復動し、また、冷凍機の運転の仕方もそれぞれ異なるため、ガスによる粒体の詰まり方が蓄冷器内で変化して、冷凍機性能に影響が出てくる。

#### 【0007】

更にまた、性能の経年劣化は当然生じることとなる。また、蓄冷器を廃棄する場合に、蓄冷材が、例えば、 $\text{PbZn}$  などの場合では、鉛害等の起きる可能性が



ある。更に、人工衛星搭載用の冷凍機では、微少重力場のため、上述のガス圧の変動による蓄冷材である小球体の機械的振動や、小球体同士の摩擦損傷による蓄冷器の性能劣化が急速に発生すると推察できる。

## 【0008】

このため通常、高価な蓄冷器に使用される粒体では、平均粒径  $250\mu\text{m}\phi$  程度で  $\pm 10\%$  程度の直径誤差を有している。しかしながら、性能劣化速度を改善させるためには、この多数の粒体のつまり方の変化を極力少なくすることが求められ、この多数の粒体に高い真球度や直径精度を維持することが要求されている。これらの要求は、多量生産をしているミニ・ボールベアリングの鋼球体などとは異なり、蓄冷材の価格を非常に高価なものとし、強いては冷凍機の価格を何倍、何十倍にも高騰させてしまう欠陥があった。

## 【0009】

更に、例えば、4 Kを生成する蓄冷器では、複数の蓄冷材を、数百メッシュのブロンズとステンレス・スチール金網を数百枚積層し、第1段の多数枚のフィルター、PbZnの粒体、第2段の多数枚のフィルター、そして $\text{Er}_3\text{Ni}$ の粒体、第3段の多数枚のフィルター、そして $\text{HoCu}_2$ の粒体、また第4段の多数枚のフィルター、GAPの粒体、第5段の多数枚のフィルターを挿入して構成している。これは、PbZnや磁性蓄冷材等が、使用温度領域で最大の蓄冷量を発揮するように、また、それぞれの粒体が混合したり蓄冷器外に流失しないようにしているものである。しかしながら、多数段に挿入したフィルターの圧力損失による冷凍損失は非常に大きいものとなる。

## 【0010】

本発明は、これらの欠点を除いた、耐久寿命が永く、圧力損失の少ない、極めて効率の良いシート型蓄冷材およびその製造方法、並びにそれを使用した蓄冷器および冷凍機を提供することを目的としている。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、1) 接着剤が片面または両面に塗布された、薄くて、長尺のシート状担持体の1面または両面の所定の幅範囲内の長手方向に対して、粒度が比較的

均一な単一または複数の材質からなる、多数の小球体、粉砕片または微粉体状の蓄冷材を連続的に、少なくとも1層を接着形成したシート型蓄冷材であり、また、2) 単一、または複数の蓄冷材よりなる、粒体直径や大きさが比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板に、それぞれ単一の小球体、粉砕片または微粉体として嵌挿し、該小球体、粉砕片または微粉体を、接着剤が片面または両面に塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体の1面または両面の所定の幅範囲内の長手方向に接着して作成されたシート型蓄冷材である。

## 【0012】

また、3) 単一、または複数の蓄冷材よりなる、粒体直径や大きさが比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板に、それぞれ単一の小球体、粉砕片または微粉体として嵌挿し、その後、該小球体、粉砕片または微粉体を、接着剤が片面または両面に塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体の1面または両面の所定の幅範囲内の長手方向に接着する工程において、前記接着される担持体の、整理基板の相隣る小穴と小穴のほぼ中間の位置に、レーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により、小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの半分以下の小孔を多数にあけながら接着して形成されたシート型蓄冷材である。

## 【0013】

更に、4) 前記粒体が、Cu合金、ステンレススチール、FeNi合金、PbZn合金、またはこれら材料を心材としてPbまたはPb合金をメッキした材料の単一または複数の材質から構成されており、且つ、その粒度が $40 \sim 800 \mu\text{m}$ であることを特徴とし、5) 前記粒体が、ネオジウム、 $\text{DyNi}_2$ 、 $\text{Er}_3\text{Ni}$ 、 $\text{Er}_6\text{Ni}_2\text{Sn}$ 、 $\text{ErNi}_{0.9}\text{Co}_{0.1}$ 、 $\text{Gd}_5\text{Al}_2$ 、 $\text{HoCu}_2$ 、 $\text{GdAlO}_3$ 、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{17}\text{Al}$ 等の低温度で比熱の大きな合金、酸化物磁性体、磁性体の単一、または複数の材質から構成されており、且つ、その粒度が $40 \sim 800 \mu\text{m}$ であることを特徴とするシート型蓄冷材である。

## 【0014】

また、6) 前記担持体が、パラ系アラミド繊維、高強力ポリアリレート繊維、

P B O 繊維、ポリエチレン繊維、ポリエステル繊維、ケブラー繊維、天然繊維またはガラス繊維より選ばれた繊維により織られた布であり、且つ、その厚さが 1 0 ~ 1 0 0  $\mu$  m であり、またその織目の繊維間スキマが前記粒体が貫通不能な大きさであることを特徴とし、7) 前記状担持体が、ポリプロピレン、ポリイミド、キャプトン、またはそれらと類似するフィルムよりなり、且つ、その厚さが 1 0 ~ 1 0 0  $\mu$  m であることを特徴とするシート型蓄冷材である。

## 【 0 0 1 5 】

更に、8) 前記状担持体が、人造繊維または天然原料を基底材料とした、厚さが 1 0 ~ 1 0 0  $\mu$  m である紙材または不織布であり、9) 前記多数の小穴のあいた整列基板の小穴直径が、前記小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの 8 0 % 以下の大きさであるシート型蓄冷材である。

## 【 0 0 1 6 】

また、1 0) 前記 1) 乃至 9) のいずれかに記載のシート型蓄冷材を、膨張係数と熱伝導率が極めて小さい材料で構成された単一、または複数に分割された円柱状体または他の形状体を芯材として、これに層状に巻き付けて形成された蓄冷器であり、1 1) 前記円柱状体または他の形状体が、パルス管冷凍機用パルス管である蓄冷器である。

## 【 0 0 1 7 】

更にまた、1 2) 使用温度領域における単位容積当たりの比熱が大きい材質で構成され、その粒度が比較的均一である多数の小球体、粉砕片または微粉体よりなる粒体を、高精度の平面度を有する平板上の枠内に少なくとも 1 層をランダムに並べる第 1 ステップと、その上に接着剤を塗布したシート状担持体を乗せる第 2 ステップと、更に、該シート状担持体の上からローラーを付勢移動することにより、前記粒体の少なくとも 1 層を、該シート状担持体に該粒体の高さの 3 0 % 以下の厚さで接着する第 3 ステップとを含むことを特徴とするシート型蓄冷材の製造方法を提供するものである。

## 【 0 0 1 8 】

また、本発明は、1 3) 単一、または複数の蓄冷材となる粒体直径や大きさが比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小

穴のあいた整列基板の各小穴に整列配列する第1ステップと、その上に接着剤を塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体を載せる第2ステップと、更に、該シート状担持体の上からローラーを付勢移動することにより、前記粒体を、該シート状担持体に該粒体の高さの30%以下の厚さで接着する第3ステップを含むことを特徴とするシート型蓄冷材の製造方法である。

## 【0019】

また、14) 単一、または複数の蓄冷材となる粒体直径や大きさが比較的均一な無数の小球体、粉砕片または微粉体を、精密に整列された多数の小穴のあいた整列基板の各小穴に整列配列する第1ステップと、その上に接着剤を塗布された極薄で長尺の薄い布、フィルム、またはシート状の担持体を載せる第2ステップと、更に、該シート状担持体の上からローラーを付勢移動することにより、前記粒体を、該シート状担持体に該粒体の高さの30%以下の厚さで接着する第3ステップと、前記接着される担持体の、整理基板の相隣る小穴と小穴とのほぼ中間の位置に、レーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの半分以下の小孔を多数にあける第4ステップとを含むことを特徴とするシート型蓄冷材の製造方法を提供するものであり、更にまた、15) 前記1) 乃至9) のいずれかに記載のシート型蓄冷材を蓄冷器として使用することを特徴とする冷凍機を提供するものである。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

前記のごとく本発明は、およそ160K（マイナス233℃）から2K（約マイナス271℃）の極低温度を生成するのが容易である、スターリング、G-M、パルス管、ソルベイ、ヴィルミエ等、これらによる複合サイクル等のRegenerative cryocoolerにおける、常温から極低温度までの作動流体（ヘリウム、水素、窒素、アルゴン、空気、炭化水素等の単一または混合気体）（以下、単にガスという）に対する、熱の授受をする蓄冷材の構造とその製造法および蓄冷器、それを用いた冷凍機に関するものである。

## 【0021】

即ち、使用温度領域において容積比熱の大きな材料を比較的均一な形状・直径

(平均径、粒度分布も含む)に揃えた多数の粒体を、接着剤が塗布された極薄のフィルム、布、紙等の片面、または両面に接着固定した製造が容易で低価格、性能が均一、性能劣化がない等の特徴を有するシート型蓄冷材の製造法とその構造および蓄冷器の構造に関するものである。

## 【 0 0 2 2 】

本発明は、蓄冷材となるブロンズ、ステンレス・スチール、FeNi合金、Pb合金、あるいは、Cuその他の材料を芯材としてPb、Pb合金等をメッキして小さな球体や、ネオジム、 $DyNi_2$ 、 $Er_3Ni$ 、 $Er_6Ni_2Sn$ 、その他を球体にしたり粉砕片、微粉体にして、粒度分布を揃え、これをガスの動圧で動かないようにするために、極低温度で極度に収縮したり脆くなって破壊しないような接着剤を、片面、または両面に塗布した厚さ数十 $\mu m$ の極薄のフィルム、布、紙等(以下、これらをシート状担持体という)に接着固定したシート型蓄冷材である。

## 【 0 0 2 3 】

この結果、蓄冷器に挿入する蓄冷材の量をシート長さで決めることができ、また、その充填作業が短時間で行うことが可能なために低価格であり、性能が均一で、性能劣化がない等の特長を有する蓄冷材および蓄冷器を提供できるようにしたものである。

## 【 0 0 2 4 】

シート状担持体としては、1)ポリプロピレン、ポリエチレン、キャブトン、ナイロン6等の高分子フィルム、2)ポリエチレン繊維、ポリイミド系、ポリエステル、Kevlarなどの人造繊維やセラミックス繊維等で織られた極薄の布、3)人造繊維や天然原料による不織布や紙などに、必要によりプライマー処理の上、合成樹脂系接着剤(シリコン系、ポリウレタン系、エポキシ樹脂系等)を片面または両面(この場合は剥離紙付き両面粘着シート使用)に塗布した厚さ10~100 $\mu m$ の極薄のシートを使用する。

## 【 0 0 2 5 】

また、多層に巻かれるシート型蓄冷器の横方向(円筒の蓄冷器では中心から周方向に)になるべく温度差が生じないようにするため、シートを整列された碎片

や小球体に接着直前または接着後において、レーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により、シートの相隣る碎片や小球体のほぼ中間の位置に、多数の小穴（粒子の径より小さい）をあけることにより、作動ガスが他の層へ貫流通過できるようにすることができる。該小孔の位置および大きさの特定は、整列された碎片や小球体の位置と大きさより、コンピュータにより容易に算出することができる。

## 【 0 0 2 6 】

また、シート型蓄冷材は、蓄冷器の芯材とする熱伝導度が小さくアウトガスが比較的少ないペークライト、テフロン等の合成樹脂材料やセラミックス材料に巻き上げられるばかりでなく、パルス管冷凍機のパルス管やスターリング冷凍機の膨張シリンダーそのものに、渦巻き状に巻き上げられることができる。ただし、その蓄冷器の直径が 2 0 m m  $\phi$  以下の場合には、巻くとシート型蓄冷材の外直径になる方は単体の小球体同士が開くが内径になる方は小球体同士の間隙が詰まって巻きにくい。この場合、外面と内面の蓄冷材となる小球体や碎片の径を変えたり、片面だけに蓄冷材が付けられたシート型蓄冷材を、特にシート面を内側にして巻き上げ形成することにより対処することができる。また、外面と内面の蓄冷材となる小球体や碎片の分布密度を変え巻きやすくすることもできる。

## 【 0 0 2 7 】

## 実施形態 1.

図 1 は、本発明の 1 実施形態の斜視説明図である。4 分割された円柱状体を芯材 1 1 - 1、1 1 - 2、1 1 - 3、1 1 - 4 として、両面に粒子（小球体）3 が接着保持されたシート状担持体 4 を渦巻き状に捲いている状態を示したものである。シート状担持体 4 を多層に巻き付けて蓄冷器とする。作動ガスの流れ方向は円柱軸方向である。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 は、本発明のシート型蓄冷材の製造方法の 1 例を示す説明図である。1 は高精度な平面度をもつ台、2 - a は端枠、2 - b は位置制御センサ、3 は小球体、4 はシート状担持体、4 - 1 はシート状担持体の端部、5、6 は剥離紙、7 は巻き枠、8 はガイドローラ、9 は回転巻き取り器、1 0 はローラーである。

また、図 3 は、図 2 における高精度な平面度をもつ台 1 の上に、小球体 3 を整

列させた状態を示す説明図である。

#### 【 0 0 2 9 】

図 2 において、高精密な平面度をもつ台 1 の上に、例えば、平均直径、 $250\mu\text{m}\phi$  の Pb Sb の合金球体 3 を枠 2 の内側（例えば巾  $50\text{mm}$ 、長さ  $2000\text{mm}$ ）に 1 段（球体の上に球体が重ならない状態）ランダムに多数並べ、巻き枠 7 に巻かれた剥離紙 5、6 をもつ変成シリコンや、エポキシ樹脂系の接着剤を、セラミックスファイバーからなる約  $30\mu\text{m}$  厚さの極薄の布にプライマーを介して含芯させたシート状担持体 4（両面粘着シートで剥離紙 5、6 の厚さを除く）の端 4-1 を金属球体 3 の直径に応じて球体の接着層、例えば  $15\mu\text{m}$  の厚さに微調整する位置制御センサ 2 b 付きの端枠 2-a に固定し、柔軟な押し面をもつローラー 10 と巻き枠 7 には、適度な力 a、b をシート状担持体に加えて回転させながら右方向 X 1、X 2 に移動させる。

#### 【 0 0 3 0 】

次にローラー 10 および巻き枠 7 それぞれによるシート状担持体に加える力 a、b と回転移動速度は、巻き枠 7 に巻かれたシート状担持体の直径によって異なり、それらは位置制御センサー、その他のセンサーからの情報を得てコンピューターを介して制御する。ガイドローラ 8 は剥離紙 5 に適度な力 c を加えながら、ローラー 10 および巻き枠 7 と同様に制御しながら X 3 方向に移動させる。回転巻き取り器 9 の回転も同様に制御されている。矢印は力を加える方向と移動方向を示す。片側のみのシート型蓄冷材の製造行程はこれで終了する。

#### 【 0 0 3 1 】

ローラー 10 によるシート状担持体 4 の圧接の直前もしくは後に、相隣る小球体、粉砕片または微粉体のほぼ中間の位置に、図示していないレーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により、小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの半分以上の小孔を多数にあけて、シート状担持体 4 にガスの貫通孔として作用させることができる。

#### 【 0 0 3 2 】

実施形態 2.

図 4 は、本発明のシート型蓄冷材の製造方法の他の例を示す説明図である。 3

は小球体、11は整列基板である。その他の符号は図2のものと同一である。図5は、本発明に用いる整列基板の平面図の1例を示す図である。11は整列基板、12は貫通穴または凹穴である小穴、13は相隣る小穴と小穴との中間部を示す。

#### 【0033】

図5に示されるように、整列基板11の幅方向長さにおいて、14は常温端で、15は低温端であり、14と15との間の幅は、約5cmから25.4cm程度であり、ガスはY方向に流れる。また、整列基板11の長手方向の長さは、約100cmから数100cm程度であり、冷凍出力、蓄冷器の形状、サイズ、使用温度領域により異なる。多数の小穴12（貫通穴または凹穴）の直径は、小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの50%から80%程度が好ましいが、単一の小球体、粉砕片または微粉体が小穴に埋没せず、シート状担持体を接着するときに動かない範囲であればよい。例えば、鉛合金の小球体の直径が200 $\mu\text{m}\phi$ のときには、100乃至160 $\mu\text{m}\phi$ 程度が好ましい。製造実績では140 $\mu\text{m}\phi$ 程度がより好ましいものであった。

#### 【0034】

図4において、予めコンピュータにて制御され開けられた多数の小穴を設けられた整列基板11に、小球体、粉砕片または微粉体を各小穴に単一宛挿入し、該整列基板11を端枠を介して、基台に取り付け、図2における場合と同様の作業手順により小球体、粉砕片または微粉体にシート状担持体を接着する。また、ローラー10によるシート状担持体4の圧接の直前もしくは後に、相隣る小穴と小穴のほぼ中間の位置に、図示していないレーザー電子ビーム等の小孔穿孔手段により、小球体、粉砕片または微粉体の粒径乃至大きさの半分以下の小孔を多数にあけて、シート状担持体4にガスの貫通孔として作用させることができる。

#### 【0035】

図6は、小球体を各小穴に単一宛挿入された整列基板11の断面参考図である。3は小球体、3-1は小球体の整列基板11の小穴に嵌挿された部分、11は整列基板である。整列基板11は金属板、合成樹脂板、セラミックス板等ローラー10によるシート状担持体4の圧接に耐えるものであればよい。またその厚さ



も作業性を損なわない範囲で選択することができる。

【 0 0 3 6 】

図 7 は、前記実施形態 1 により形成されるシート型蓄冷材の一例の断面参考図である。3 は小球体、4 はシート状担持体、4 - 2 は接着剤層を示す。図 7 は、小球体 3 が、シート状担持体 4 の 1 面にのみ接着された場合を示している。図 8 は、前記実施形態 1 により形成されるシート型蓄冷材の他の例の断面参考図である。4 - 3 はシート状担持体の他の面に設けられた接着層である。図 8 は、小球体 3 が、シート状担持体 4 の 1 面 4 - 2 と他の面の両面 4 - 3 に接着された場合を示している。図 9 は、図 8 に示されるシート型蓄冷材を多層に重ねた状態を示す図である。

【 0 0 3 7 】

両面接着の場合には、台 1 の上に前述の行程と同様に、 $250\mu\text{m}\phi$  の Pb Sb 合金の多数の小球体 3 を枠 2 の内側に乗せ、先に製造した多数の小球体 3 を接着したシート状担持体の小球体 3 の面を上向きにし、剥離紙 6 を剥がしながら台 1 上の小球体 3 をシート状担持体 4 に接着、圧接して完了する。なお、本発明のシート型蓄冷材の製造方法の基本を、その長さ 2000 mm で説明したが、数十 m を連続的に製造する自動装置にすることは容易である。

【 0 0 3 8 】

また、小球体 3 は 15 K 生成用の蓄冷材には、例えば 150 mm 巾の接着シート（長さは自由）に、常温（長さゼロで端）から 120 K 領域となる約 50 mm まではブロンズの球体、40 K 領域になる 50 mm から 80 mm まではステンレス・スチール球、80 mm から 150 mm までの 20 K 以下の領域には Pb、ネオジム、Er3Ni などの球体を使用するのが好ましい。これらの球体は篩である程度、粒度・直径を揃えるが数%の差がある。

【 0 0 3 9 】

この多数の蓄冷材を一度に製造するには、枠 2 の長手方向にテフロン、ケブラー等の約  $20\mu\phi$  の細い糸を、位置制御センサ 2 - b による上下調整機構付きの端枠 2 - a と反対側に設置される同様な機構付き端枠 2 - c（図示せず）に小球体 3 のおよそ直径の半分になるような位置に穴を空けて張る。これにより材質の

異なる蓄冷材を糸を境にして多数並べて配置すれば、長手方向に分離して球体を接着できる。細い糸はシート型蓄冷材が完成後、取り除いても除かなくても、これによる性能に対する圧力的、熱的な影響は殆どない。

#### 【 0 0 4 0 】

図 1 0 は、前記実施形態 2 により形成されるシート型蓄冷材の一例の断面参考図である。3 は小球体、4 はシート状担持体、4 - 2、4 - 3 は接着剤層を示す。図 1 0 は、小球体 3 が、シート状担持体 4 の 1 面 4 - 2 および他の面 4 - 3 の両面に接着された場合を示している。図 1 1 は、図 1 0 に示されるシート型蓄冷材を多層に重ねた状態を示す図である。

#### 【 0 0 4 1 】

前記両面に小球体 3 を接着したシート型蓄冷材により蓄冷器を構成するには、低熱伝導度のベークライト等の 2 つ割りまたは複数割り円柱状体を芯材（図 1 では 4 つ割り芯材 1 1 - 1、1 1 - 2、1 1 - 3、1 1 - 4）とし、これに両面に多数の小球体 3 を担持させたシート型蓄冷材の所要長さを巻き込み、この巻き上がったものを、円筒に挿入すれば、蓄冷器が完成する。

なお、芯材は分割せず単一形状のものでも、また分割数は 2 個、4 個に限定されるものでもなく、またその分割形状は、必ずしも単一な形状である必要はない。

#### 【 0 0 4 2 】

##### 比較試験 1 :

本発明による両面に多数の小球体 3 がシートの両面に付けられたシート型蓄冷材と、既存の金網多数枚の積層と多数の鉛の小球体からなる蓄冷器を試験冷凍機に用いて冷凍出力を比較した。

##### シート型蓄冷材 :

常温から 1 0 0 m m の位置までは平均粒径  $250\mu\text{m} \pm 5\%$  のブロンズ球体やステンレス 3 1 6 L の球体、また 1 0 0 m m から 1 5 0 m m までは平均粒径  $250\mu\text{m} \pm 5\%$  の P b S b 球体を両面に接着したシート型蓄冷材をベークライトの 4 つ割り円柱状の芯材（4 m m  $\Phi$   $\times$  1 5 0 m m L）に巻き付け、それを内径 2 0 m m  $\phi$  のステンレス薄肉円筒内に挿入した蓄冷器を用意した。

【0043】

既存型蓄冷器：

長さ100mmまでは20mmφのステンレス（304）の金網350メッシュを約900枚と、平均粒径250 $\mu$ m $\pm$ 5%の多数のPbSb球体を、小球体の流失止めのフェルト（400メッシュのステンレス金網1枚を含み4mm厚さ $\times$ 2枚）を上下に入れて、合計50mmの長さとし、それを内径20mmφのステンレス薄肉円筒に挿入した蓄冷器を用意した。

【0044】

試験冷凍機：GM型パルス管冷凍機

運転条件A

圧縮機入力：0.75～1.2kW

作動ガス圧：1.5MPa

作動ガス：He

パルス管径：8mmφ、160mmL

パルス管の運転周波数：3Hz

試験結果：冷凍出力比較

シート型蓄冷器使用の場合：2W at 20K

既存型蓄冷器使用の場合：1.6W at 20K

【0045】

比較試験2：

次に比較試験1に対して、シート型蓄冷器の長さおよび芯材を変え、これを同じく長さおよびフェルト枚数を変えた既存型蓄冷器の場合と比較試験した。

シート型蓄冷材：

比較試験1のシート型蓄冷材に対して、更に長さを80mm長くし（合計230mm、20mmφ）、平均粒径250 $\mu$ m $\pm$ 5%のEr<sub>3</sub>Ni球を両面に接着した巾80mmのシート型蓄冷材を、ベークライトの4つ割り円柱状の芯材に巻き付けたものを、内径20mmφのステンレス薄肉円筒内に挿入した蓄冷器を用意した。

【0046】

既存型蓄冷器：

比較試験 1 の既存型蓄冷器に対して、同様に 8 0 m m 長くし、前記 P b S b 球体充填のあと、平均粒径  $250\mu\text{m} \pm 5\%$  の  $\text{Er}_3\text{Ni}$  の小球体を挿入し、球体の流失止めのフェルト 3 層を挿入した蓄冷器を用意した。

【 0 0 4 7 】

試験冷凍機：GM型パルス管冷凍機

運転条件 B

圧縮機入力：0.75～1.2 kW

作動ガス圧：0.8～1.5 MP a

作動ガス：He

パルス管径：6 mm  $\phi$ 、240 mm L

パルス管の運転周波数：約 1 H z

試験結果：冷凍出力比較

シート型蓄冷器の場合：約 180 mW a t 4.2 K

既存型蓄冷器の場合：約 120 mW a t 4.2 K

【 0 0 4 8 】

なお、前記比較試験において、シート型蓄冷器の常温から 100 mm の位置とコールドヘッドをカバーする輻射遮蔽板は、他の小型パルス管冷凍機により熱伝導損失と輻射熱の除去のために冷却された。

以上の実験結果から、本発明のシート型蓄冷器による冷凍出力は、20 K 領域では約 25 %、4.2 K 領域では約 50 % 向上することが明らかとなった。

このシート型蓄冷器は蓄冷型冷凍サイクルであるスターリングや GM サイクルに用いても同様の効果が得られることは明らかである。

【 0 0 4 9 】

本実施例による蓄冷器では、従来品に比較して流量抵抗は約 20 % 減、逆に、冷凍効率は 10 % 以上アップした。これは、本実施例の場合の作動ガスの流れが粒体を高密度に充填した場合に比較して、スムーズであると同時に、蓄冷器としての蓄冷作用が良好であったため、好ましい総合的性能をもたらした理由とおもわれる。

【 0 0 5 0 】

【発明の効果】

本発明により次の効果が得られる。

a. 従来使用必須条件であった、蓄冷器から小球体が流失しないように、高密度の繊維であるフランネル、フェルト、ガーゼ、リント、金網、焼結金属等からなるフィルターを必要としない。

b. このフィルターによる圧力損失が無くなり、この損失分は冷凍温度が 2 0 K 流域では少なくとも 2 5 % の冷凍出力の向上につながり、また、蓄冷器の製造時間が 1 / 1 0 程度となり、格安で高効率の蓄冷器が提供できる。

【 0 0 5 1 】

c. フィルターの容積分、例えば蓄冷器の高さ 5 0 mm とすれば、通常、フィルターの厚さ 4 mm 程度が上下に必要な。本発明のシート型蓄冷材では、既存型の小球体挿入タイプに較べ、蓄冷材量がシートの容積分増加でき、このため単位容積分あたりの蓄冷量は減るが、フィルターの容積分の蓄冷容量を増加させることができる。この結果、死容積が減り、圧力損失の低下と相まって冷凍出力が増大できる。

d. 如何なる蓄冷材でも粒度を揃えれば、シート状担持体に固定して蓄冷器とすることが可能である。

【 0 0 5 2 】

e. 微小な無数の蓄冷材がシートに固定されているので、蓄冷器を横置きにしたり、人工衛星搭載の冷凍機が打ち上げ時に受ける極めて大きな加速度や激しい振動にも、また超伝導磁気浮上列車の搭載用冷凍機に使用しても、蓄冷器の効率に劣化が生じない。

f. 蓄冷器を廃棄する時には公害をもたらす鉛等による蓄冷材の回収が、シートに接着されているため容易にできる。

g. 従って、本発明のシート型蓄冷材を使用した冷凍機は、性能についての信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の 1 実施形態の斜視説明図である。

【図 2】 本発明のシート型蓄冷材の製造方法の 1 例を示す説明図である。

【図 3】 図 2 における台上に、小球体を整列させた状態を示す説明図である。

【図 4】 本発明のシート型蓄冷材の製造方法の他の例を示す説明図である。

【図 5】 本発明に用いる整列基板の平面図の 1 例を示す図である。

【図 6】 小球体を各小穴に単一宛挿入された整列基板 1 1 の断面参考図である。

【図 7】 前記実施形態 1 により形成されるシート型蓄冷材の一例の断面参考図である。

【図 8】 実施形態 1 により形成されるシート型蓄冷材の他の例の断面参考図である。

【図 9】 図 8 に示されるシート型蓄冷材を多層に重ねた状態を示す図である。

【図 1 0】 前記実施形態 2 により形成されるシート型蓄冷材の一例の断面参考図である。

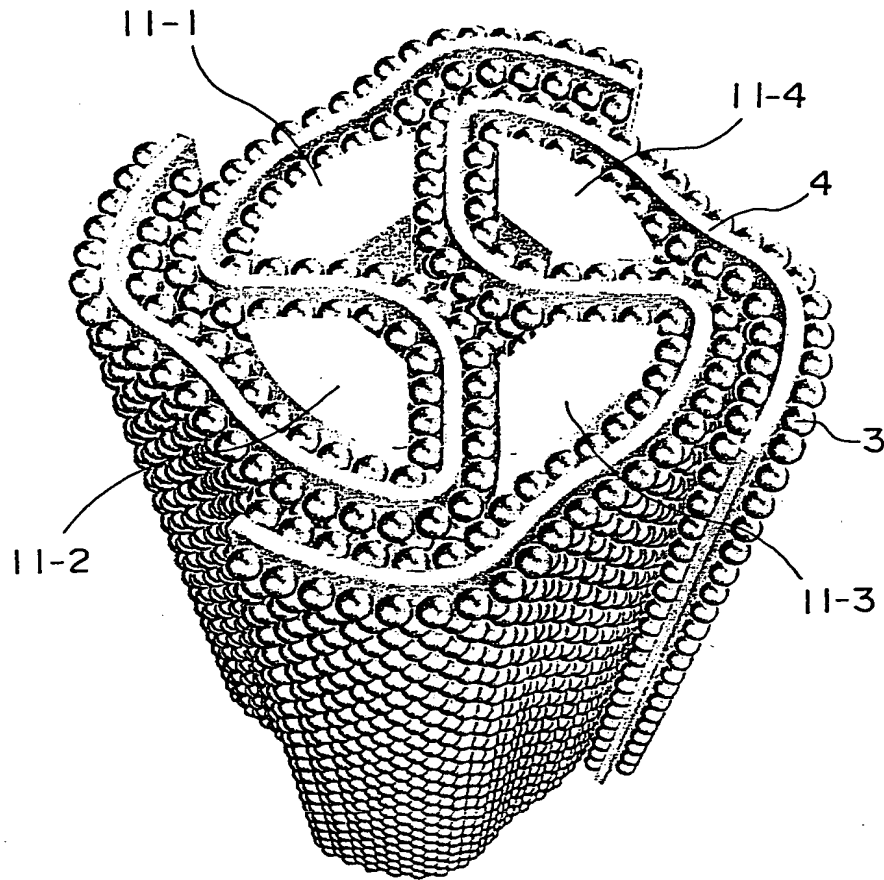
【図 1 1】 図 1 0 に示されるシート型蓄冷材を多層に重ねた状態を示す図である。

【符号の説明】

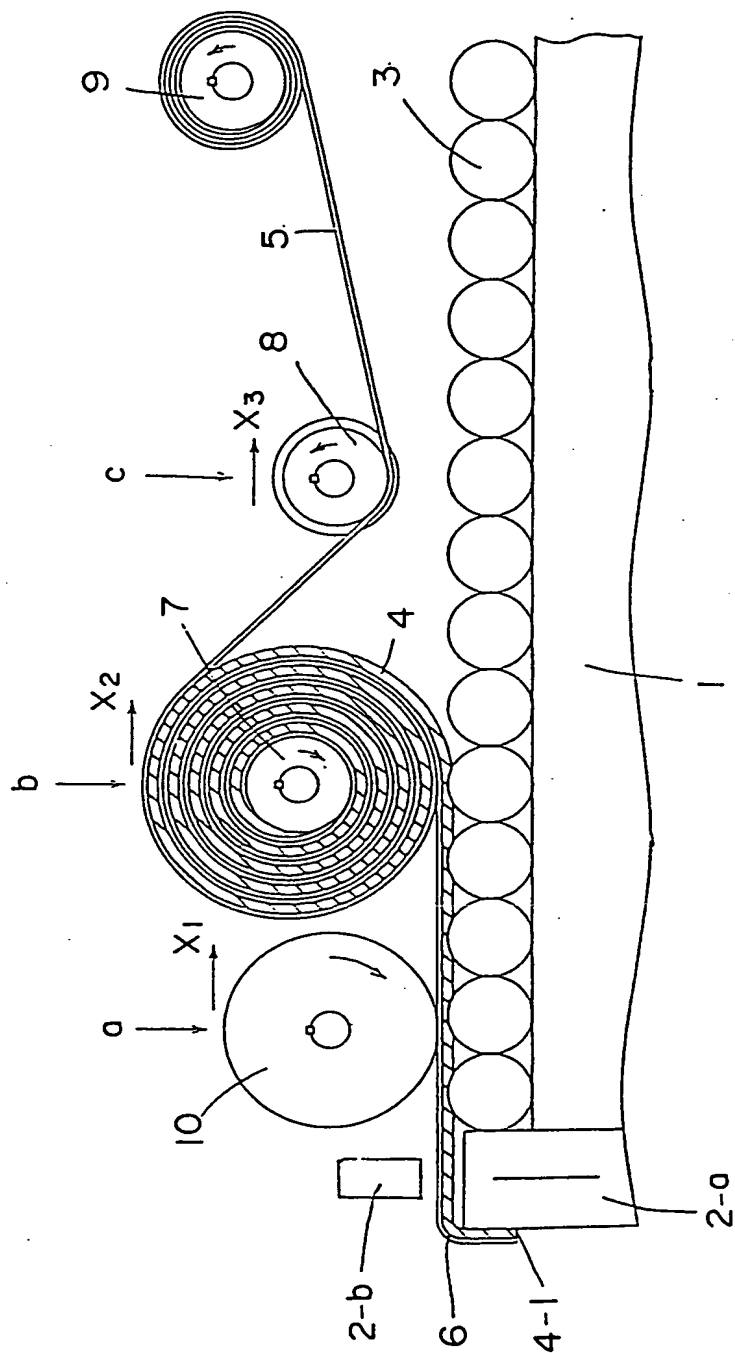
1 台、2 枠、2-a 端枠、3 粒体（小球体）、3-1 小球体の小穴嵌挿部分、4 シート状担持体、4-1 シート状担持体の端部、4-2 シート状担持体の 1 面、4-3 シート状担持体の他の面、5、6 剥離紙、7 巻き枠、8 ガイドローラ、9 回転巻き取り器、10 ローラー、11 整列基板、11-1、11-2、11-3、11-4 芯材、12 小穴、13 中間部、14 常温端、15 低温端、X1 ローラー移動方向、X2 巻き枠移動方向、X3 ガイドローラー移動方向、Y ガスの流動方向、a、b、c 荷重。

【書類名】 図面

【図1】

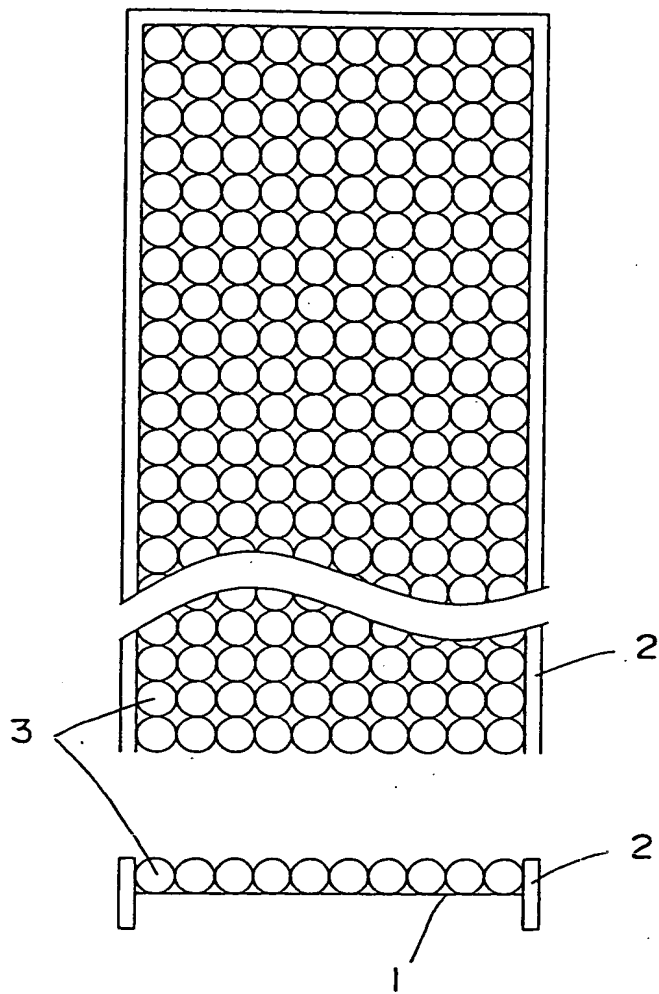


【図2】

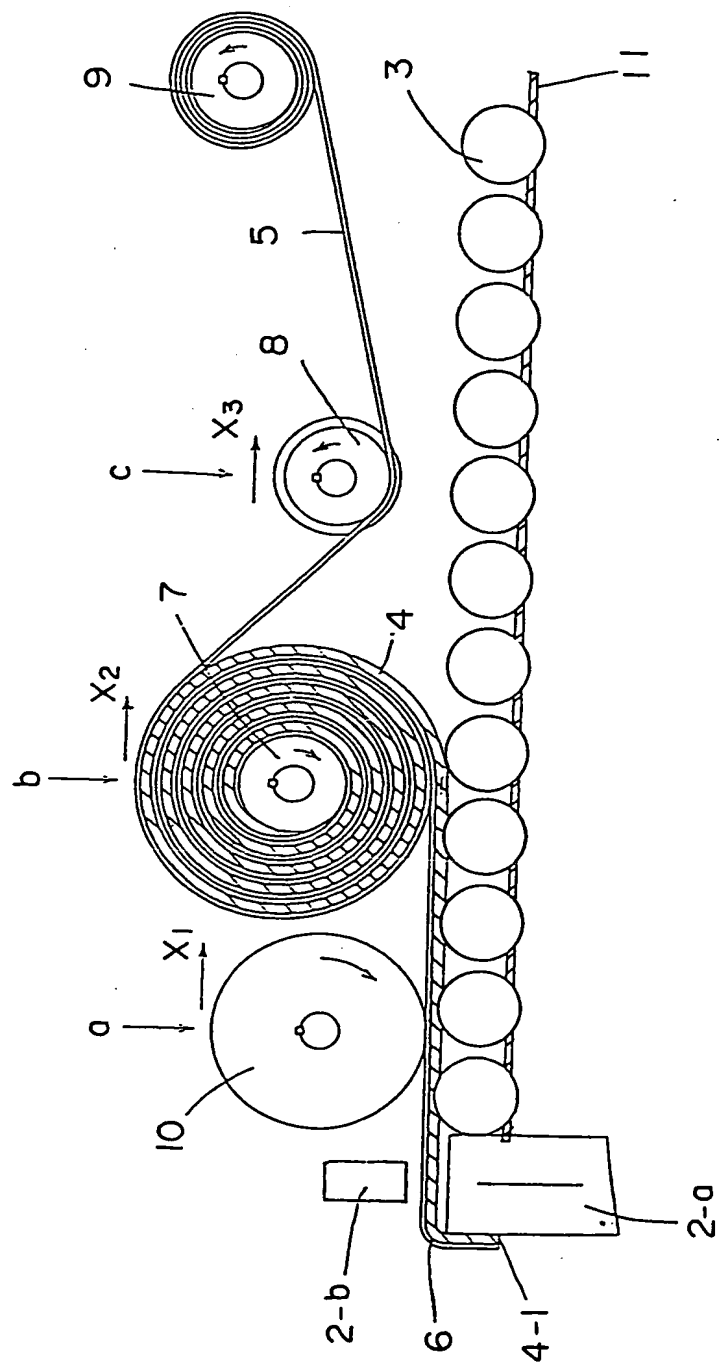




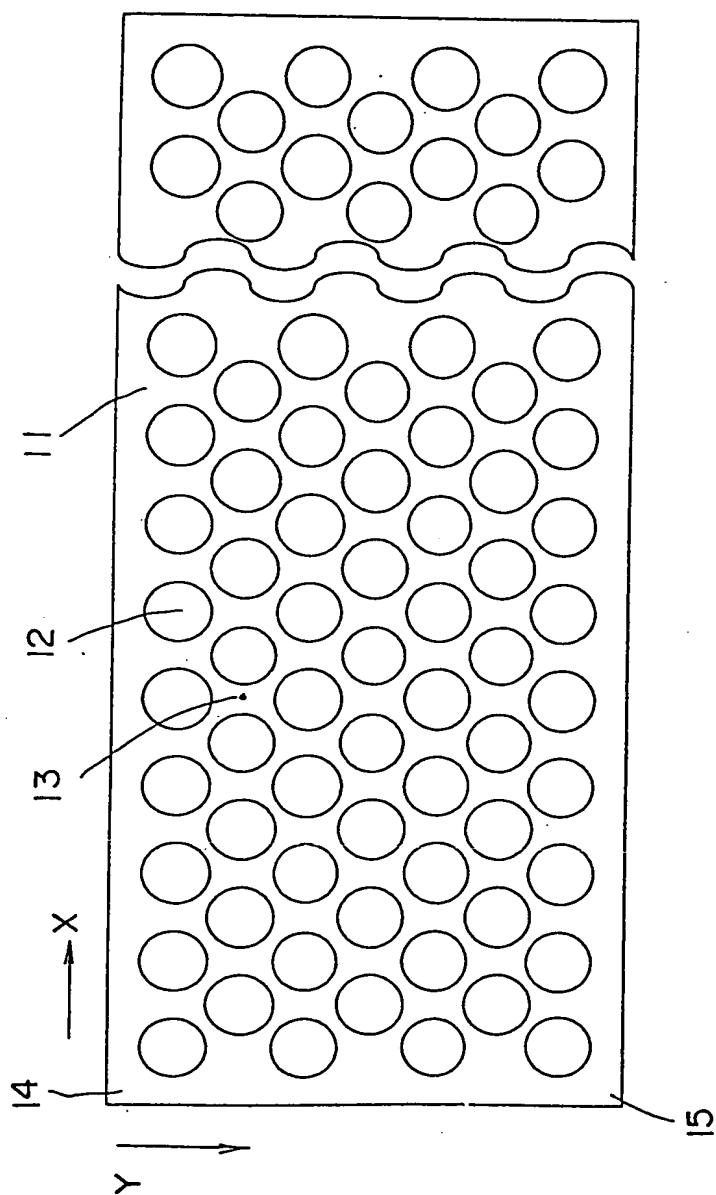
【図 3】



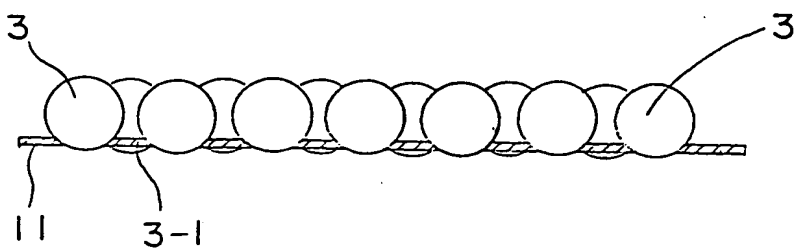
【図4】



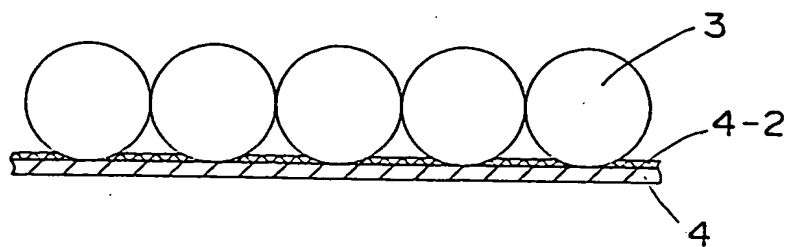
【図 5】



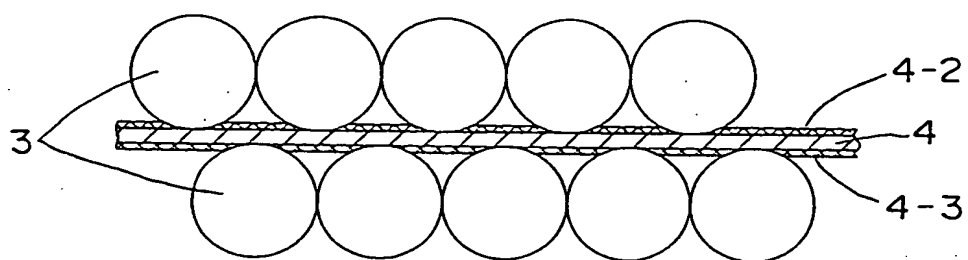
【図 6】



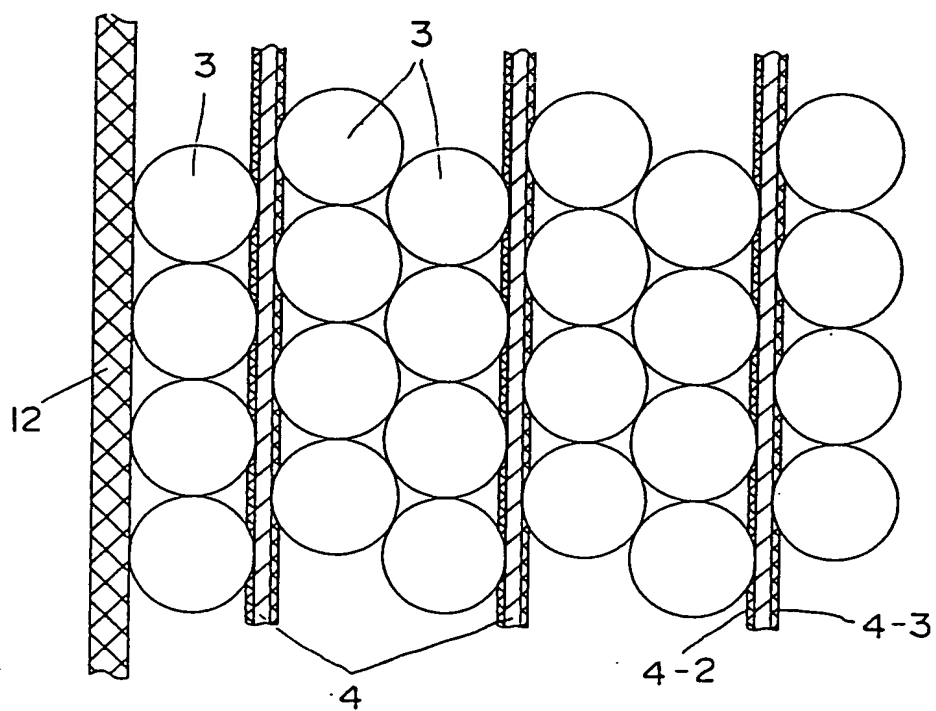
【図 7】



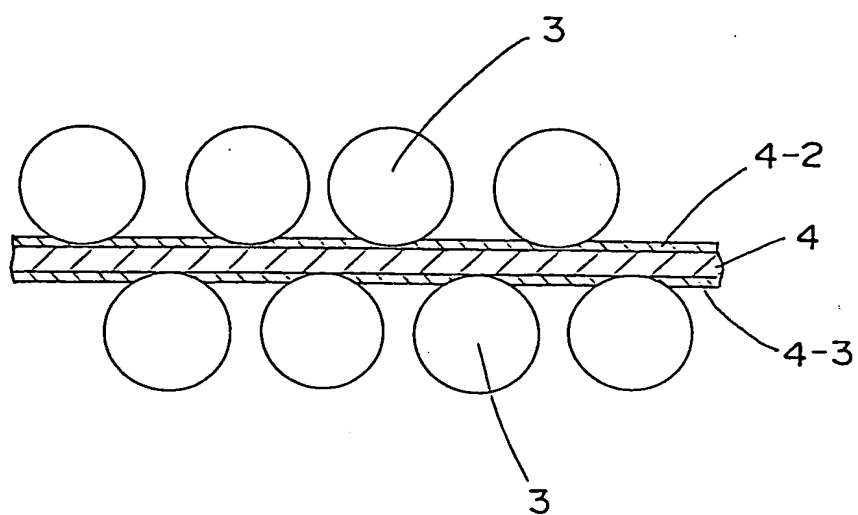
【図 8】



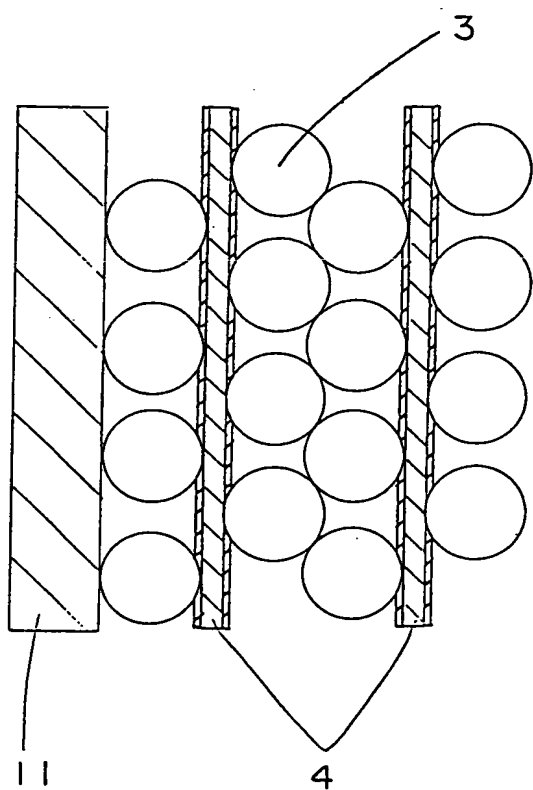
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 極低温用の冷凍機に対する性能が良く、耐久性に優れた、廉価な蓄冷材、蓄冷器および冷凍機を提供する。

【解決手段】 極薄のシート状担持体の1面または両面に粒度が比較的均一な多数の小球体、粉砕片または微粉体よりなる粒体の少なくとも1層を接着形成したシート型蓄冷材、およびこれを使用した蓄冷器または冷凍機。整理基板を利用して粒体を整列させ、また、ガス流通効率を上げるためシート状担持体の、整理基板の相隣る小穴と小穴のほぼ中間の位置に、小孔を多数あけてもよい。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000102418]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県鎌倉市山ノ内241番地
氏 名	エクテイー株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号                    [000239426]

1. 変更年月日            1990年   8月13日

  [変更理由]            新規登録

    住 所            京都府京都市下京区松原通室町西入中野之町176番地

    氏 名            福田金属箔粉工業株式会社